

Instrumente zur Diagnose und individuellen Förderung in der fachwissenschaftlichen Lehramtsausbildung Physik - am Beispiel einer Diagnosecheckliste zur Bearbeitung von Übungsaufgaben

Alexander Pusch 1*, Heike Theyßen 2⁺

*TU Dortmund, alexander.pusch@tu-dortmund.de; ⁺Universität Duisburg-Essen, heike.theyssen@uni-due.de

Kurzfassung

Eines der Ziele des von der Deutsche Telekom Stiftung geförderten Projektes dortMINT (www.dortmint.de) ist es, bei angehenden Physiklehrkräften durch positives Erleben in der eigenen fachinhaltlichen Ausbildung Akzeptanz für Maßnahmen zur Diagnose und individuellen Förderung (DiF) zu schaffen. Durch diese Maßnahmen sollen sich gleichzeitig die fachinhaltlichen Lernergebnisse der Studierenden verbessern. Hierzu werden in einer explorativen Studie zunächst zahlreiche Instrumente zur Diagnose und individuellen Förderung entwickelt bzw. aus dem schulischen Bereich adaptiert und im Hochschulbereich erprobt. Um sich im weiteren Projektverlauf auf die erfolgreicher DiF-Instrumente fokussieren zu können, werden diese gemeinsam mit den Studierenden reflektiert, bezüglich Aufwand und Wirkung evaluiert und weiterentwickelt.

In diesem Beitrag wird ein Überblick über die Rahmenbedingungen und die eingesetzten DiF-Instrumente in der fachinhaltlichen Lehramtsausbildung Physik gegeben. Das DiF-Instrument „Diagnosecheckliste“ wird im Hinblick auf Konzeption, Einsatz und Evaluation genauer vorgestellt.

1. Projekt dortMINT

Die Entwicklung und Erprobung der nachfolgend vorgestellten Instrumente zur individuellen Diagnose und Förderung erfolgt im Rahmen des von der Deutsche Telekom Stiftung geförderten Projektes dortMINT ([1] und www.dortmint.de). Das Projekt dortMINT hat die qualitative Verbesserung der MINT Lehramtsausbildung durch den Einbezug von Diagnose und individueller Förderung (DiF) zum Ziel. Als Kooperationsprojekt aller sechs MINT Fachdidaktiken sowie weiterer an der Lehrerbildung beteiligter Einrichtungen wird DiF an der TU Dortmund in zentralen Bereichen des Studiums verankert. Im Laufe der Lehramtsausbildung sollen angehende Lehrkräfte die Möglichkeiten und Konzepte von DiF zunächst in der eigenen fachinhaltlichen Ausbildung erleben, in der fachdidaktischen Ausbildung erlernen und später in der schulpraktischen Ausbildung erproben. Die hier beschriebenen DiF-Konzepte und -Instrumente sind Teil des dortMINT Teilprojekts „I1 DiF-Erleben“, das in der fachinhaltlichen Lehramtsausbildung Physik ansetzt [2].

2. Warum sollte DiF erlebt werden?

Der Einsatz von DiF im Unterricht wird von Seiten der Unterrichtsforschung als Kriterium guten Unterrichts herausgestellt ([3], [4]) und auch von institutioneller Seite zunehmend gefordert [5]. Um dies im Unterricht umsetzen zu können, scheinen folgende Voraussetzungen nötig [2]:

- a) Akzeptanz für die Notwendigkeit und Wirksamkeit von Diagnose und individueller Förderung.
- b) Fundierte Fachkenntnisse der Lehrkräfte.

- c) Fachspezifische Kenntnisse zu Ansatzpunkten und Methoden von Diagnose und individueller Förderung.

Im Teilprojekt I1 sollen durch positives Erleben von DiF (a) Akzeptanz sowie (b) eine Verbesserung der fachinhaltlichen Lernergebnisse bei den Studierenden erreicht werden. Hierfür werden geeignet erscheinende DiF-Instrumente aus dem schulischen Bereich für den Hochschuleinsatz adaptiert bzw. neu entwickelt, in Veranstaltungen erprobt, evaluiert und gemeinsam mit den Studierenden weiterentwickelt.

Im weiteren Projektverlauf von dortMINT sollen durch die fachdidaktische und schulpraktische Ausbildung die fachdidaktischen Kompetenzen der Studierenden bezüglich DiF erweitert werden (c).

3. Ausgangslage, Veranstaltung und Zielgruppe

Im Fokus für die Umsetzung der Interventionen zum Erleben von Diagnose und individueller Förderung stehen die Studierenden für ein Lehramt an Haupt- und Realschulen, die in einer zweisemestrigen Experimentalphysikvorlesung zusammen mit Studierenden für das Lehramt an Grundschulen bzw. Förderschulen eine vergleichsweise kleine Kohorte bilden (z.B. WS2010/2011, N=14). Die je zwei SWS Vorlesung sind nicht lehramtsspezifisch und für eine wesentlich größere Gruppe von Nebenfachstudierenden (z.B. Bio- und Chemieingenieurwesen) im zweiten und dritten Fachsemester konzipiert. Es gelten für beide Gruppen einheitliche Übungsaufgaben und Klausuren.

Die Kohorte der Lehramtsstudierenden schnitt in dieser zentralen Veranstaltung der fachinhaltlichen Lehramtsausbildung in den vorangegangenen Se-

mestern verglichen mit den Nebenfachstudierenden deutlich schlechter ab, weshalb diese Veranstaltung für eine Intervention, die auf die Verbesserung der fachinhaltlichen Lernergebnisse zielt, besonders geeignet erscheint.

Ein typisches Aufgabenformat (z.B. im WS2010/2011 26 von 55 Aufgaben) sind Problemlöseaufgaben, die die Bearbeitung eines eng abgegrenzten physikalischen Problems mit Hilfe einer Formel oder mehrerer Formeln erfordern. Oftmals ist dieses Aufgabenformat auch durch Teilaufgaben geleitet.

Zu Beginn des Projekts (WS2009/2010) wurden zunächst durch Interviews und Analyse der Übungszettel die Schwierigkeiten der Lehramtsstudierenden bei der Bearbeitung der Übungsaufgaben erfasst und schrittweise hierfür DiF-Konzepte und -Instrumente entwickelt bzw. adaptiert. Diese Konzepte und Instrumente wurden in den folgenden Semestern (SS2010 und WS2010/2011) im Rahmen einer lehramtsspezifischen Übung eingesetzt, evaluiert und weiterentwickelt, so dass eine Fokussierung auf die erfolgreicher und zur Veranstaltungsform passenden Instrumente erfolgen konnte.

Zur Diagnose von Vorwissen und Fehlkonzepten wurden ausgewählte Aufgaben aus erprobten Testinstrumenten eingesetzt. Diese sind z.B. der FCI nach Hestenes, Wells und Swackhammer [6] in der Übersetzung nach Schecker und Gerdes [7], diagnostische Aufgaben zur Elektrizitätslehre u.a. nach von Rhöneck [8] und zur Optik u.a. nach Jung [9]. Auf der Grundlage der mathematischen Anforderungen der Übungszettel wurde zur Erfassung der mathematischen Fähigkeiten der Studierenden ein Test zusammengestellt, der neben grundlegenden Kenntnissen (z.B. Umgang mit Zehnerpotenzen, Trigonometrie, Auflösen von Gleichungen mit einer Unbekannten) auch die für die Bearbeitung der Übungsaufgaben relevanten Bereiche der Analysis und Vektorrechnung abdeckt.

Die Studierenden zeigen in sämtlichen getesteten Inhaltsbereichen ein durchschnittliches Schulwissen, erweisen sich aber gleichzeitig als eine sehr inhomogene Zielgruppe. Dies ist besonders im Bereich der mathematischen Anforderungen problematisch, da eine erfolgreiche, eigenständige Bearbeitung der Übungsaufgaben so von Anfang an an grundlegenden mathematischen Schwierigkeiten scheitern kann [10].

Das Diagnostizieren und Schließen der Lücken in dem für die Veranstaltung relevanten fachlichen Vorwissen stellt ebenfalls eine wichtige Voraussetzung für den erfolgreichen Besuch und Abschluss der Veranstaltung dar. Die Schließung der ggf. vorhandenen Lücken im Schulwissen ist für die angehenden Lehrkräfte umso wichtiger, da diese Inhalte im Rahmen der universitären Ausbildung größtenteils nicht mehr behandelt werden.

4. DiF-Instrumente und -Konzepte

Die Möglichkeiten für die Umsetzung von DiF in dieser Veranstaltung sind beschränkt auf die Ausgestaltung einer lehramtsspezifischen Übung. Aus diesem Grund wurden vor allem DiF-Instrumente eingesetzt, die auf eine Strukturierung der Vorgehensweise beim Bearbeiten von Übungsaufgaben (und Klausuraufgaben) abzielen.

Zu diesen in der lehramtsspezifischen Übung eingesetzten DiF-Instrumenten zählen:

- (i) Diagnosecheckliste
- (ii) Diagnoserückmeldung
- (iii) Kommentierte Lösungen
- (iv) Differenzierte Selbstlerneinheiten
- (v) Diagnostische Tests
- (vi) Concept Maps
- (vii) Lerntagebücher

Die Diagnosecheckliste (i) wird in den folgenden Abschnitten genauer dargestellt, wohingegen die übrigen DiF-Instrumente hier nur im Überblick vorgestellt werden.

(ii) Die Diagnoserückmeldung liefert den Studierenden eine standardisierte Rückmeldung zur wöchentlichen Übungszettelbearbeitung und enthält neben der Auflistung einiger ausgewählter Fehlertypen sowie einer detaillierten Diagnose der mathematischen Fehler ggf. auch Förderempfehlungen und weitere Hinweise. Mit Hilfe der Detailanalyse der mathematischen Fehler war es den Studierenden möglich, gezielt Themenwünsche für ein zusätzliches, freiwilliges Tutorium zu formulieren.

(iii) Durch eine ausführliche Kommentierung der Lösungsschritte wird eine Musterlösung zu einer Kommentierten Lösung. Die Kommentierte Lösung stellt ausführliche Erklärungen der Rechenschritte, Vereinfachungen und Annahmen für jeden Schritt der Aufgabenbearbeitung in einer vorgegebenen Struktur bereit (vgl. Lernen aus Lösungsbeispielen [11]).

Die Kommentierte Lösung wird durch die Studierenden zu ausgewählten Aufgaben selbst erstellt. Sie dient zum einen als Diagnoseinstrument (Diagnose von Verständnisproblemen anhand der Kommentierung), zum anderen als Förderinstrument (Rückmeldung mit Überarbeitungs- und Vertiefungshinweisen, Bereitstellung aller überarbeiteten Kommentierten Lösungen für alle Studierenden). [12]

(iv) Differenzierte Selbstlerneinheiten sind zusätzliche Übungsaufgaben mit Kommentierter Lösung, die semesterbegleitend durch die Betreuer zu zentralen thematischen Schwerpunkten der Veranstaltung entwickelt wurden. Die zusätzlichen Übungsaufgaben können durch die Studierenden nach inhaltlichen, methodischen sowie mathematischen Anforderungen differenziert angefordert werden. [12]

(v) Diagnostische Tests werden zur Diagnose des Vorwissens und von Fehlkonzepten in den Berei-

chen Mathematik, Mechanik, Elektrizitätslehre und Optik (s.o.) verwendet und mit einer detaillierten individuellen Diagnoserückmeldung samt Förderempfehlungen verbunden.

(vi) Concept Maps dienen der Strukturierung und Vernetzung von Fachwissen in abgegrenzten Themenbereichen der Vorlesung.

(vii) Lerntagebücher dienen zur Reflexion des eigenen Lernverhaltens (z.B. Zeiteinsatz) und des individuell empfundenen Nutzens verschiedener Lerngelegenheiten (z.B. Vorlesungsbesuch, Übungszettelbearbeitung). Sie wurden zur Erhöhung der Praktikabilität stark vorstrukturiert.

Die verschiedenen DiF-Instrumente greifen innerhalb der Übung teilweise ineinander. So liefern beispielsweise die diagnostischen Instrumente, wie die Diagnosecheckliste, Ansatzpunkte für die Entwicklung der differenzierten Selbstlerneinheiten.

5. Diagnosecheckliste

Eine Analyse der bearbeiteten Übungsabgaben gibt nicht eindeutig Aufschluss über die individuellen Schwierigkeiten, die die Studierenden bei der Bearbeitung der Übungsaufgaben haben. Die Aufgaben wurden oft in Teams bearbeitet, nicht gelöste Aufgaben und Lösungsansätze wurden meist nicht abgegeben. Insbesondere eine Analyse der Probleme, die bei dem häufig anzutreffenden Format der Problemlöseaufgaben (s.o.) auftreten, ist bei abgebrochenen oder nicht abgegebenen Bearbeitungen kaum möglich. Eine erfolgreiche Bearbeitung dieses Aufgabentyps setzt mehrere komplexe Schritte voraus, wobei auftretende Schwierigkeiten der sichtbaren Lösung nicht immer zu entnehmen sind. Dieser Bearbeitungsprozess beinhaltet z.B. eine thematische Einordnung der gegebenen Situation sowie ein Verständnis, was genau zu berechnen ist und welche Rahmenbedingungen dabei gelten.

Die Diagnosecheckliste (Abb.1), mit deren Hilfe die Studierenden wöchentlich ihre Schwierigkeiten bei der Bearbeitung der entsprechenden Aufgaben erfassen, bildet typische Löseschritte für diesen Aufgabentyp ab. Die Struktur orientiert sich an gängigen Problemlöseprozessen, wie z.B. nach Polya [13], PISA [14] und der Modifikation von Koppelt und Tiemann [15], oder auch den Heuristiken des Problemlösen [16]. Die Diagnosecheckliste umfasst die folgenden Abschnitte im Lösungsprozess:

(1) Verstehen der Aufgabenstellung.

Hiermit ist zunächst das Herstellen von Text- und auch Darstellungsverständnis gemeint (z.B. ob die Skizze oder die Fragestellung verstanden worden ist).

(2) Zusammenhänge in der Aufgabenstellung finden.

Hierfür sollte die Aufgabe zunächst einem Themengebiet zugeordnet (z.B. Mechanik, gleichförmige Bewegung), sowie der genaue Aufgabenrahmen durch Identifizierung der gegebenen und gesuchten Größen expliziert werden.

(3) Problemstellung der Aufgabe bearbeiten.

Dieser Abschnitt umfasst die Findung eines Ansatzes sowie von Ideen zur Strukturierung der Lösung der Aufgabe und - sofern sinnvoll - das Erstellen einer eigenen Skizze. Die Wahl der benötigten Formel (v.a. unter Berücksichtigung des Gültigkeitsbereichs), sowie die Durchführung der Rechnung (Aufstellen von Gleichungen, Umformen und Auflösen, Einsetzen und Ausrechnen) werden in diesem Abschnitt ebenfalls erfasst.

(4) Abschätzung der Richtigkeit des Ergebnisses.

Es ist bei der Bearbeitung der Aufgaben abschließend zu prüfen, ob durch die eigene Lösung überhaupt die Fragestellung vollständig und zufriedenstellend beantwortet wurde und ob das berechnete Ergebnis plausibel erscheint (z.B. durch eine Abschätzung der Größenordnung sowie durch die Kontrolle der Einheiten).

□

Diagnosecheckliste
für Übungsaufgaben mit Formeln und Rechnungen
© Theyßen / Pusch 2011

Das konnte ich
Dabei hatte ich Schwierigkeiten

Freie Beschreibung der Schwierigkeiten
(was genau machte Schwierigkeiten?)

1 Aufgabenstellung lesen und verstehen
Textverständnis & Darstellungsverständnis
Verstehe ich die den Aufgabenstellung? Verstehe ich die Skizze oder die Tabelle?
Verstehe ich die beschriebene phys. Situation und die Fragestellung?

2 Aufgabenstellung analysieren
2a Einordnen der Aufgabe in ein Themengebiet
Kann ich die Aufgabe in ein Themengebiet einordnen, z.B. Mechanik, gleichförmige Bewegung? Nenne ich ein analoges Problem?
2b Herausfinden und Aufschreiben von Gegebenen und Gesuchtem
Kann ich herausfinden und aufschreiben, welche physikalische Größen gegeben und gesucht sind? (Beispiel: $v = 4 \text{ m/s}$, $s = 15 \text{ m}$, $t = 4 \text{ s}$, 10 m/s oder 10 m/s^2 ?)

3 Problemstellung der Aufgabe bearbeiten
3a Ansätze & Ideen zur Lösung der Aufgabe finden
Kann ich einen Ansatz zur Lösung der Aufgabe finden, z.B. das Aufstellen eines Kraftgleichgewichts? Habe ich eine Idee wie ich die Aufgabe in Teilprobleme zerlegen kann?
3b Eigene Skizze / Zeichnerische Lösung erstellen
Kann ich eine eigene Skizze oder eine zeichnerische Lösung erstellen? Beispiel: bei einer Skizze alle auf den Körper wirkenden Kräfte einzeichnen, Kräftegleichgewicht an der Baugruppe etc.
3c Herausfinden der benötigten Formel
Kann ich eine passende Formel zur Bearbeitung der Aufgabe auswählen? (passend zu den gegebenen und gesuchten Größen, Gültigkeitsbereich der Formel beachten?)
3d Rechnungen:
Gleichungen aufstellen, umformen und auflösen
Gleichsetzen, nach gesuchter Größe umformen, Ableiten etc. (möglichst lange mit Variablen arbeiten, ohne konkrete Zahlen einzusetzen)
Einsetzen von Zahlenwerten und Ausrechnen
Umrechnen der Zahlenwerte, Einsetzen, Ausrechnen mit nachvollziehbarem Lösungsweg (Einheiten miteinrechnen)

4 Abschätzung der Richtigkeit des Ergebnisses
Abschätzen der Größenordnung
Stimmt die Größenordnung des Ergebnisses mit meiner Erwartung (laut Vorwissen) überein? (Bsp.: Ergebniserwartung im Bereich 10^{-1} N oder 10^1 N)
Kontrolle der Einheiten
Hat mein Ergebnis die richtige Einheit?
Vergleichen der Fragestellung mit dem Ergebnis
Passt mein Ergebnis zur Fragestellung? Habe ich die Frage damit beantwortet?

Diagnosecheckliste Kompakt
- Die Diagnosecheckliste dient zur wöchentlichen Selbsteinschätzung der eigenen Fähigkeiten und Schwierigkeiten beim Bearbeiten von Übungsaufgaben.
- Übungsaufgaben mit Formeln und Rechnungen sind besonders geeignet für das Schema der Diagnosecheckliste.
- Durch eine ehrliche und reflektierte Selbsteinschätzung können die aufgetretenen individuellen Schwierigkeiten beim Bearbeiten einer Übungsaufgabe lokalisiert und gezielt beschrieben werden.
- Sie können ausgehend von ihrer Selbstdiagnose gezielt individuelle Förderangebote / Hilfen bei ihrem Tutor anfordern. Zur Anforderung von individuellen Förderung geben Sie eine ausgefüllte Diagnosecheckliste samt ihrer Aufgabenbearbeitung (korrigiert o. unkorrigiert, Original o. als Kopie) beim Tutor ab.
- Das Einschätzen von eigenen Fähigkeiten und Schwierigkeiten ist eine wichtige Kompetenz, die Sie vor allem im Hinblick auf Ihre spätere Lehrstätigkeit bereits im Studium trainieren und optimieren sollten.
- Die Diagnosecheckliste kann außerdem als Strukturierungshilfe für die eigene Aufgabenbearbeitung verwendet werden.

Abb.1: Diagnosecheckliste (Version SS2011)

Für jeden Teilschritt innerhalb dieser vier Abschnitte schätzen die Studierenden anhand einer konkreten Aufgabe ihre Fähigkeiten und Schwierigkeiten auf einer dichotomen Skala („Das konnte ich“ / „Dabei hatte ich Schwierigkeiten“) ein. Zusätzlich zu dieser Einschätzung ist für jeden Teilschritt ein Feld zur freien Beschreibung der Schwierigkeiten vorgesehen. Mit Hilfe eines weiteren Feldes können die Studierenden durch Ankreuzen gezielt Förderung zu einem Teilschritt anfordern. Zusammen mit der bearbeiteten Aufgabe stellt die Diagnosecheckliste ein Diagnosetool für die Studierenden und die Be-

treuer dar. Durch die Beschreibung der individuellen Schwierigkeiten der Studierenden können dazu passende Förderangebote zielgerichtet ausgewählt oder erstellt werden.

Die Darstellung der einzelnen Bearbeitungsschritte kann den Studierenden auch als Leitfaden und Strukturierungshilfe für die eigene Aufgabenbearbeitung dienen. Eine Voruntersuchung im WS 2009/2010 zeigte, dass die Studierenden ihre Schwierigkeiten und ihr Vorgehen beim Lösen der Übungsaufgaben schwer beschreiben konnten und kaum eine bewusste Strukturierung der Aufgabenbearbeitung stattfand. Es wurde angegeben, dass die Aufgaben meist „irgendwie“ gelöst wurden, indem im Skript, in Büchern oder im Internet nach Beispiellösungen gesucht wurde. Die Diagnosecheckliste liefert für die Vorgehensweise, aber auch für die Beschreibung möglicher Schwierigkeiten bei der Aufgabenbearbeitung, Vokabular und Systematik.

6. Einsatz und Nutzung der Diagnosecheckliste

Die Nutzung der Diagnosecheckliste war in den ersten Wochen des WS 2010/2011 für alle Studierenden verpflichtend, danach wurde die Teilnahme freigestellt. Etwa die Hälfte der 14 Studierenden entschied sich im WS 2010/2011 für die durchgängige Nutzung der Diagnosecheckliste. Die Aufgaben, die zur Einschätzung mit Hilfe der Diagnosecheckliste geeignet waren, wurden jeweils angegeben. Die Diagnosechecklisten wurden wöchentlich zusammen mit den Übungsaufgaben abgegeben.

Etwa ein Drittel der im WS 2010/2011 auf der Diagnosecheckliste vermerkten Schwierigkeiten bezogen sich auf das „Herausfinden der benötigten Formel“, etwa ein Viertel auf „Ansätze & Ideen zur Lösung der Aufgabe finden“ sowie etwa ein Fünftel auf „Rechnungen“ (vgl. Abb.2).

Schwierigkeit	n	%
Text- & Darstellungsverständnis	5	4%
Thematische Einordnung	2	2%
Gegeben / Gesucht	4	3%
Ansätze & Lösungsideen	30	25%
Skizze erstellen	13	11%
Herausfinden der Formel	35	30%
Rechnungen	23	19%
Richtigkeitsabschätzung	6	5%
Summe	118	

Abb.2: Geäußerte Schwierigkeiten (absolute Werte und prozentuale Verteilung) auf insgesamt 100 abgegebenen Diagnosechecklisten im WS 2010/2011.

Förderwünsche wurden vor allem zu „Ansätze und Lösungsideen“ (7x) und „Herausfinden der Formel“ (6x) sowie zu den Rechnungen (4x) geäußert. Wie z.B. der Lösungsansatz zustande kommt, ist in Büchern und Skripten meist nicht näher erklärt. Warum bspw. „ $F_{\text{Auftrieb}} = F_{\text{Gewicht}}$ “ gesetzt wird, ob nun der Auftrieb der Gewichtskraft entgegen wirkt oder dieser aufgrund der Gewichtskraft entstanden ist, wird dort meist nicht erklärt.

Insgesamt wurden für sieben Studierende der Kohorte im WS 2010/2011 auf Grundlage der Diagnosecheckliste einmal oder mehrmals Förderangebote erstellt. Hiervon wurde die Förderung bei zwei Studierenden auf der Grundlage der Diagnosecheckliste und der Übungszettelbearbeitung betreuerinitiiert. Die Förderangebote wurden zusammen mit den korrigierten Übungszetteln in der folgenden Übung ausgeteilt und reichten von mündlichen Besprechungen über die Aushändigung zusätzlicher Übungsaufgaben und Erklärungen aus Fach- oder Schulbüchern bis hin zu eigens erstelltem schriftlichem Fördermaterial. Diese Materialien waren entweder Aufgaben bezogen (v.a. zu „Ansätze & Ideen zur Lösung der Aufgabe finden“ s.o.) oder allgemein (Hinweise zum Arbeiten mit Differentialgleichungen, Runden von Ergebnissen, Kräftezerlegung etc.) und konnten somit oftmals die Förderwünsche mehrerer Studierender abdecken.

7. Diagnostik mit der Diagnosecheckliste

Bei dem Vergleich der Selbsteinschätzung durch die Diagnosecheckliste und der Analyse der Aufgabenbearbeitung finden sich drei mögliche Fälle. In Klammern ist jeweils die Häufigkeit des Auftretens im WS2010/2011 bei insgesamt 90 diesbezüglich auswertbaren Diagnosechecklisten angegeben:

- Auf der Diagnosecheckliste wurden keine Schwierigkeiten vermerkt, die Aufgabenlösung ist jedoch falsch, unvollständig oder abgebrochen. (n = 18).
- Die Selbsteinschätzung und die bei den Übungsabgaben beobachteten Fehler stimmen qualitativ überein (n = 31).
- Die Diagnosecheckliste zeigt Schwierigkeiten auf, die in der Aufgabenbearbeitung so nicht erkennbar sind. Die Aufgabe ist dabei auch meist richtig und vollständig gelöst (n = 33).

Im Fall c) wurden die Aufgabenlösungen oftmals zunächst selber bearbeitet, dann aber mit Hilfe der Lerngruppe, Bücher, Musterlösungen etc. „nachvollzogen“ oder „vervollständigt“ (Zitate von Diagnosechecklisten). Gerade diese Fälle geben Hinweise für individuellen Förderbedarf, der durch die alleinige Analyse der Übungsabgaben nicht erkannt werden konnte. Kritisch ist der Fall a), wo die Diagnosecheckliste eine größere Sicherheit bei der Aufgabenbearbeitung vortäuscht. Dies trat jedoch insgesamt mit der geringsten Häufigkeit auf (s.o.).

8. Akzeptanz der Diagnosecheckliste

Die Akzeptanz und Nutzung der DiF-Instrumente wurde zum Ende des Semesters jeweils mit einem Reflexionsfragebogen erhoben. Im WS2010/2011 wurden z.B. das Erleben der DiF-Instrumente, schulische DiF-Vorerfahrungen sowie die Umsetzungsmotivation von DiF im späteren Lehrberuf erfasst (n = 11).

Zusätzlich wurden ausführliche Interviews mit Schwerpunkt auf dem individuellen Erleben der DiF-Instrumente (n = 4 im SS 2010; n = 7 im WS 2010/2011) geführt, um die eingesetzten DiF-Instrumente und -Konzepte zu evaluieren, zu verbessern und Aufschluss über die individuelle Nutzung und Einsatzbereiche zu erhalten.

Aus Fragebögen und Interviews ergibt sich ein differenziertes Bild über das individuelle Erleben, Nutzen und die Akzeptanz der Instrumente. So gibt es zum einen Studierende, die DiF-Instrumente ohne größere Reflexion benutzen und in Maßnahmen zu DiF auch eher wenig Sinn sehen, sowie zum anderen Studierende, die je ein ganz bestimmtes DiF-Instrument als besonders passend für sich und ihr individuelles Lernen halten und von der positiven Wirkung durch das eigene Erleben überzeugt sind.

Im Folgenden werden die Ergebnisse bezogen auf die Diagnosecheckliste berichtet.

Die Ergebnisse des Reflexionsfragebogens aus dem WS 2010/2011 zu der Diagnosecheckliste (Abb. 3) zeigen, dass alle Befragten dieses DiF-Instrument auch verwendet haben. Fünf der elf Befragten ist die Diagnosecheckliste dabei positiv in Erinnerung geblieben. Dabei hat das Instrument nach eigener Einschätzung drei bzw. vier der Befragten inhaltlich bzw. organisatorisch genützt. Drei der elf Befragten fanden das Instrument interessant und nur zwei gaben an, es habe unnötig Zeit und Mühe gekostet.

Gründe für die durchweg positive Akzeptanz der Diagnosecheckliste liegen nach Interviewaussagen der Studierenden (WS 2010/2011) in der Praktikabilität der Selbstdiagnose (z.B. „war schnell fertig“ - Student I, „Die Arbeit damit ist einfach“ - Student II) sowie dem Erleben von direkter, zielgerichteter Förderung durch die Betreuer: „Am Anfang war es komisch [...] man fühlte sich beobachtet. [...] Aber wenn man erst mal verstanden hat, dass diese Instrumente dazu da sind, einem zu helfen, sind sie fantastisch. [...] Man muss einen Fehler machen, über dem einer hinweg hilft. [...] Wenn man es selber nicht erlebt hat, was das einem unterstützen kann, dann wird man es einem auch nicht vermitteln können.“ - Student III.

Fragebogen-Item	n
Habe ich verwendet	11
Ist mir positiv in Erinnerung geblieben	5
Ist mir negativ in Erinnerung geblieben	0
Hat mir inhaltlich etwas gebracht	3
Hat mir organisatorisch etwas gebracht	4
Fand ich interessant	3
Hat unnötig Zeit und Mühe gekostet	2

Abb. 3: Items zur Diagnosecheckliste des Reflexionsfragebogens und Anzahl der Nennungen auf insgesamt 11 Fragebögen; WS 2010/2011.

Als Strukturierungshilfe für die Aufgabenbearbeitung war die Diagnosecheckliste für einige Studierende ebenfalls ein hilfreiches Instrument, da eine

strukturierte Herangehensweise an diese Art von Aufgaben, für einige Studienanfänger komplett neu und unbekannt ist: „Sie [die Diagnosecheckliste] zeigt mir, wie ich an die Aufgaben herangehen kann. [...] Und liefert so [eine] Strukturierungshilfe deren Schema auch für andere Aufgaben verwendet werden. Letztlich habe ich ja sobald ich den Ablauf drin hatte, [dieses Schema] für jede Aufgabe verwendet.“ Student III.

Die Diagnosecheckliste kann auch eine abschließende Kontrollfunktion erfüllen: „[Nach der Bearbeitung] kann man selbst noch mal gucken, ob man die Sachen [Aspekte der Checkliste] wirklich aufgeschrieben hat.“ - Student II.

Da die Diagnosecheckliste meist erst nach der Bearbeitung der Übungsaufgabe ausgefüllt wird, konnte Sie auch für eine Reflexion der Bearbeitung und dabei zur Fehlererkennung und Verbesserung benutzt werden: „Ich hatte eine Aufgabe falsch gelöst und beim Abarbeiten der Diagnosecheckliste konnte ich gelegentlich den Fehler selber finden und korrigieren.“ - Student IV. Im Laufe der beiden Semester, in denen die Diagnosecheckliste eingesetzt wurde, ließen sich tendenzielle Veränderungen in der Bearbeitung der Übungsaufgaben einiger Teilnehmer feststellen, wenn z.B. die Richtigkeit der eigenen Aufgabebearbeitung durch die Studierenden explizit hinterfragt wurde (Einheitenkontrolle, Plausibilitätsbetrachtungen).

Trotz der durchweg positiven Rückmeldungen gab es auch Probleme beim Einsatz der Diagnosecheckliste. Durch ausführliche Einführungen und Erläuterungen wurde versucht, ein reflektiertes Ausfüllen der Diagnosecheckliste zu erreichen. Dennoch gab es auch Studierende, die sehr unreflektiert mit der Diagnosecheckliste arbeiten, z.B.: „Und da hat man sich auch gar nicht mehr direkt noch mal die Aufgabe erst angeguckt (...) sondern einfach nur noch so kreuz kreuz.“ - Student V, oder: „Ich habe mich damit jetzt nicht so intensiv beschäftigt.“ - Student VI. Die Selbsteinschätzung der eigenen Leistung und das Erkennen des eigenen Förderbedarfs fiel einigen Studierenden schwer: „Ich weiß nicht ob das [die Lösung der Übungsaufgabe] richtig oder falsch ist und deswegen kann ich ja noch nicht wissen, ob ich da dann Förderung brauche.“ - Student VI.

Die individuellen Fördermaterialien, die auf Anforderung ausgegeben wurden, stießen im WS 2010/2011 bei den sieben Teilnehmern, die einmal oder mehrfach Förderung gewünscht hatten, auf große Akzeptanz: „Ich habe die Fördermaterialien [...] durchgearbeitet, sie waren hilfreich.“ - Student III (E-Mail Rückmeldung, WS2010/2011).

Allerdings konnten sich einige Studierende nicht mit den zusätzlichen Förderangeboten innerhalb der Vorlesungszeit beschäftigen, da ihnen hierfür nach eigenen Angaben zu wenig Zeit zur Verfügung stand. Das „Sammeln“ von zusätzlichen, zu ihren Schwierigkeiten passenden Fördermaterialien ist

aber durchaus sehr willkommen, da so für die Klausurvorbereitungsphase bereits passende Hilfen und Lernmaterialien vorhanden sind: „Auch wenn ich zugegeben muss, wir uns halt erst in der Klausurvorbereitung jetzt explizit damit [mit den durch die Diagnosecheckliste angeforderten Förderangeboten] beschäftigt haben. Wir hatten halt Probleme, haben es angekreuzt, und die Förderung dafür später genommen. [...] Es [...] hat uns eigentlich bei allen was wir an Fragen hatten geholfen. Es war manchmal viel zu lesen [...] aber wenn man es gelesen hat, hat man es auch verstanden. [...] Für mich ist es gut, wenn ich viel Text habe, was ich dann später auch nachvollziehen kann“. - Student V.

Zusammenfassend wurden bezüglich der Diagnosecheckliste von den Studierenden die folgenden Aspekte als hilfreich und positiv beschrieben: die Selbstdiagnose, das zielgerichtete Anfordern von Förderung, das Erleben von Hilfe sowie die Unterstützung bei der Strukturierung der Vorgehensweise.

9. Ausblick

Die Ergebnisse zur Diagnosecheckliste sowie die hier nicht dargestellten Ergebnisse zur Akzeptanz der anderen DiF-Instrumente zeigen, dass die Studierenden individuell sehr unterschiedliche DiF-Instrumente benötigen und diese auch in sehr unterschiedlichem Maße bevorzugen. Die Diagnosecheckliste hat sich dabei – sicherlich auch aufgrund der durch die Aufgabenformate vorgegebenen Randbedingungen – als eines der erfolgreicher und breiter akzeptierten Instrumente erwiesen. Sie kann bei einigen Studierenden eine aussagekräftige Diagnose darstellen und bei weiteren Studierenden Förderbedarf aufzeigen, der aus den Übungsaufgaben alleine nicht erkennbar ist.

Ausgewählte DiF-Instrumente, insbesondere die Diagnosecheckliste, werden in den kommenden Semestern sowohl auf andere Fächer (z.B. Chemie), als auch auf andere Veranstaltungsformen (z.B. spezielle DiF-Tutorien) übertragen und entsprechend angepasst. So können die Studierenden an mehreren verschiedenen Stationen ihrer fachinhaltlichen Ausbildung ein breites Spektrum an unterschiedlichen DiF-Instrumenten erleben und die Instrumente können auf ihre Übertragbarkeit hin evaluiert werden.

10. Literatur

- [1] Hußmann, Stephan; Schacht, Florian; Selter Christoph (2011): dortMINT - Diagnose und individuelle Förderung in der Lehrerbildung. In: GDM Mitteilungen 90/2011.
- [2] Di Fuccia, David-Samuel; Theyßen, Heike (2011): Diagnose und individuelle Förderung in der MINT-Lehrerbildung. In: D. Höttercke (Hrsg.) Naturwissenschaftliche Bildung als Beitrag zur Gestaltung partizipativer Demokratie. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. Jahrestagung in Potsdam 2010. Münster LIT-Verlag, S.149-151.
- [3] Meyer, Hilbert (2004): Was ist guter Unterricht? Berlin: Cornelsen Scriptor. S.86ff.
- [4] Helmke, Andreas (2007): Unterrichtsqualität. Seelze-Velber: Kallmeyer. S.72.
- [5] NRW (2009). Schulgesetz für das Land Nordrhein-Westfalen.
http://www.schulministerium.nrw.de/BP/Schulrecht/Gesetze/SchulG_Info/Schulgesetz.pdf (07.05.2011).
- [6] Hestenes, David, Wells, Malcolm; Swackhamer, Gregg (1992): Force Concept Inventory. The Physics Teacher, 30, March 1992, S.141-158.
- [7] Gerdes, Jörn. & Schecker, Horst (1999): Der Force Concept Inventory. MNU 52/2, S.283-288.
- [8] Rhoeneck, Christoph von (1988): Aufgaben zum Spannungsbegriff. In: Naturwissenschaften im Unterricht. Physik, Chemie, (1988) 31, S. 38-41.
- [9] Jung, Walter (1981): Ergebnisse einer Optik-Erhebung. In: physica didactica 9, S.19-34.
- [10] Cramer, Erhard; Walcher, Sebastian (2010): Schulmathematik und Studierfähigkeit. In: MDMV 18 / 2010 S.110-114.
- [11] Renkl, Alexander; Schworm, Silke; Hilbert, Tatjana S. (2004): Lernen aus Lösungsbeispielen: Eine effektive, aber kaum genutzte Möglichkeit, Unterricht zu gestalten. In: J. Doll & M. Prenzel (Hrsg.), Bildungsqualität von Schule: Lehrerprofessionalisierung, Unterrichtsentwicklung und Schülerförderung als Strategien der Qualitätsverbesserung. Münster: Waxmann, S.78-92.
- [12] Pusch, Alexander; Theyßen, Heike (2011): Umsetzung von Diagnose und individueller Förderung in der fachwissenschaftlichen Lehramtsausbildung Physik. In: D. Höttercke (Hrsg.) Naturwissenschaftliche Bildung als Beitrag zur Gestaltung partizipativer Demokratie. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. Jahrestagung in Potsdam 2010. Münster LIT-Verlag, S.155-157.
- [13] Pólya, George (1945): How to Solve It. Princeton University Press.
- [14] OECD (2004). Problem solving for tomorrow's world – First measures of cross-curricular skills from PISA 2003. Paris: OECD Publication
- [15] Koppelt, Jenny; Tiemann, Rüdiger (2010): Modellbasierte Analyse von Problemlöseprozessen im Chemieunterricht. In: D. Höttercke (Hrsg.) Entwicklung naturwissenschaftlichen Denkens zwischen Phänomen und Systematik. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. Jahrestagung in Dresden 2009. Münster LIT-Verlag, S.173-175.
- [16] Frackmann, Margit; Tärre, Michael (2009): Lernen und Problemlösen in der beruflichen Bildung. Bielefeld: Bertelsmann.